

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

**Тема:** Расчет сложных электрических цепей методом уравнений Кирхгофа

**Цель:** изучить порядок расчета сложной электрической цепи методом узловых и контурных уравнений; рассчитать токи в ветвях заданной сложной цепи указанным методом.

**Студент должен:**

*знать*

- законы Кирхгофа;
- порядок расчета сложной цепи методом уравнений Кирхгофа;

*уметь*

- составлять уравнения по законам Кирхгофа;
- решать систему уравнений.

### Теоретическое обоснование

С помощью законов Кирхгофа можно рассчитать токи в сколь угодно сложных цепях.

*Первый закон Кирхгофа.*

Сумма токов, направленных к узлу, равна сумме токов, направленных от узла, или алгебраическая сумма токов в узле равна нулю:

$$I_1 + I_3 + \dots + I_n = I_2 + I_4 + \dots + I_k$$

где  $I_1 + I_3 + \dots + I_n$  - токи, направленные к узлу;  $I_2 + I_4 + \dots + I_k$  - токи, направленные от узла, или

$$\sum_{i=1}^n I_n = 0$$

Со знаком «+» записывают токи, направленные к узлу, со знаком «—» - от узла.

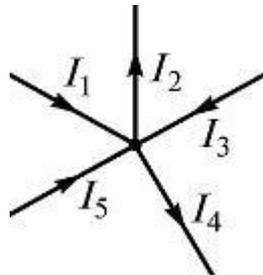


Рисунок 5.1 – К первому закону Кирхгофа

*Второй закон Кирхгофа.*

В замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжения вдоль того же контура:

$$\sum_{i=1}^n E_n = \sum_{i=1}^n I_n R_n$$

При составлении уравнений по этому закону ЭДС источника записывают со знаком «+», если ее направление совпадает с выбранным направлением обхода контура. Падение напряжения записывают со знаком «+», если направление тока через резистор совпадает с выбранным направлением обхода контура.

Алгоритм расчета цепей следующий:

1. Определить количество ветвей в заданной цепи.
2. Задаться предполагаемыми токами во всех ветвях и направлениями обходов в контурах (например, по часовой стрелке).
3. По первому закону составить  $n - 1$  уравнений, где  $n$  — количество узлов в цепи. Составлять уравнения можно для любых узлов, лишь бы количество уравнений было на единицу меньше, чем количество узлов.

4. Определить количество элементарных контуров в цепи. Составить по второму закону Кирхгофа  $m$  уравнений, где  $m$  - число элементарных контуров. При составлении уравнений следует иметь в виду, что составлять уравнения можно по любым контурам и совсем не обязательно по элементарным. Важно, чтобы количество уравнений, составленных по второму закону Кирхгофа, равнялось бы количеству элементарных контуров. Сумма  $(n - 1) + m$ , равняется количеству ветвей цепи, для которой данные уравнения составляются, и, следовательно, количеству токов, которые, подлежат расчету. Таким образом, получается система  $K$  уравнений с  $K$  неизвестными, где  $K$  - количество ветвей в цепи.
5. В получившуюся систему уравнений подставить числовые значения и любым методом рассчитать неизвестные, т. е. в данном случае токи в ветвях. Напомним, что действительные направления всех токов, имеющих положительное значение, совпадают с предполагаемыми, имеющих отрицательные значения — противоположные.
6. Нанести на схему действительные токи.
7. Произвести проверку правильности нахождения токов. Для этого следует проверить выполнение первого закона Кирхгофа в узлах, второго закона — в контурах и балансы мощности — во всей цепи. Если все проверки сходятся, то задача решена правильно.

#### Ход работы

- 1) Изучить теоретическое обоснование.
- 2) Решить задачу согласно своему варианту (таблица 3.1).
- 3) Оформить отчет.

#### Задание для учащихся

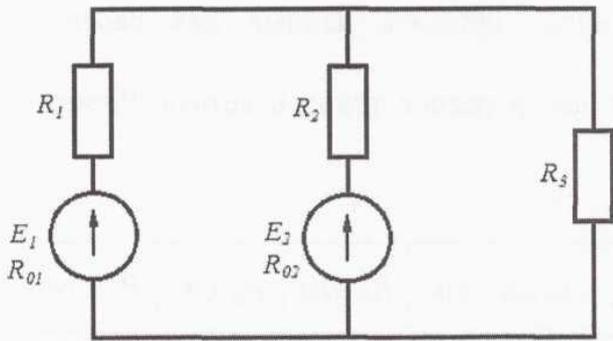
- 1) Изобразить схему электрической цепи, записать данные для своего варианта.
- 2) В порядке, изложенном выше, произвести расчет токов в ветвях с пояснениями.

**Примечание.**  $E_1, E_2$  – источники ЭДС;  $R_{01}, R_{02}$  – внутренние сопротивления источников ЭДС;  $R_1, R_2, R_3, R_4$  – сопротивление резисторов

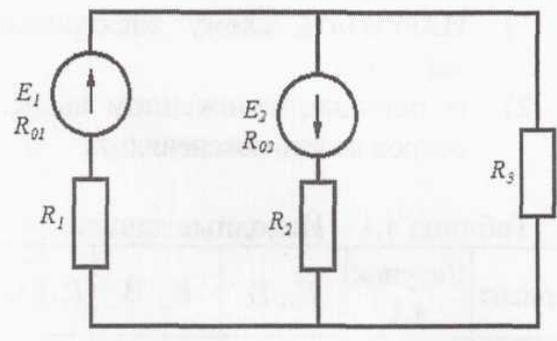
Таблица 3.1 – Исходные данные к задаче

Вариант	Рисунок	$E_1, В$	$E_2, В$	$R_{01}, Ом$	$R_{02}, Ом$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$
1	А	48	36	1	0,5	5	2,5	6	-
2	Б	108	96	2	1	16	5	9	-
3	В	36	24	2	0,5	3	1,5	3	1
4	Г	105	168	3	2	14	14	14	-
5	Д	66	66	2	1	10	5	18	-
6	Е	99	66	2	1	10	5	18	-
7	Ж	108	144	2	1	4	15	24	6
8	З	128	144	2	4	14	20	16	-
9	И	60	60	1	2	5	5	6	-
10	Е	102	153	5	1	10	7	35	7
11	А	120	162	2	5	8	12	24	-
12	Ж	207	207	2	5	10	40	9	15
13	В	84	94	5	5	55	30	15	-
14	Г	64	70	5	5	25	15	30	-
15	Д	112	120	5	3	48	16	16	-
16	Е	207	207	5	1	40	8	27	-
17	З	108	102	1	1	15	8	16	-
18	А	115	230	5	5	10	35	10	-
19	Б	180	240	2	4	8	36	40	-
20	Г	60	75	2	5	10	25	20	-
21	Д	96	72	2	3	10	15	12	-
22	Е	182	156	6	4	28	12	28	-
23	Ж	182	182	4	6	20	28	12	-

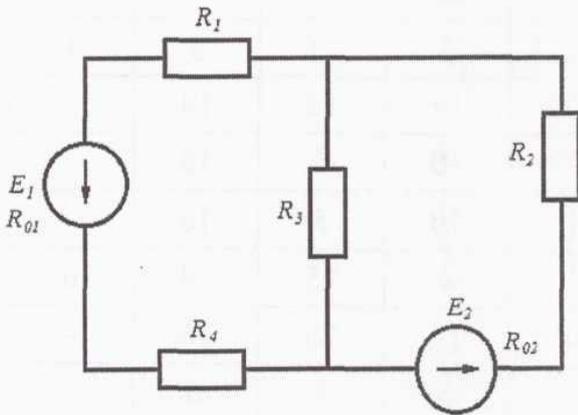
24	3	72	72	2	4	10	20	8	-
25	Е	108	108	1	2	5	6	9	10
26	И	115	230	5	5	10	15	10	20
27	Е	99	66	2	1	10	5	18	-
28	Д	112	120	5	3	48	16	16	-
29	3	108	102	1	1	15	8	16	-
30	Ж	182	182	4	6	20	28	12	-



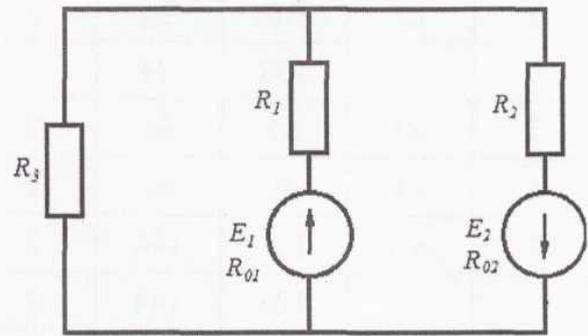
a)



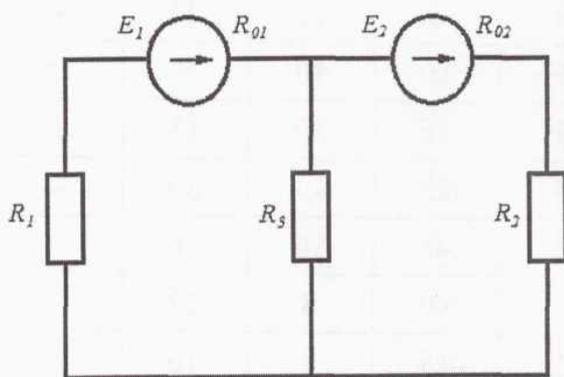
б)



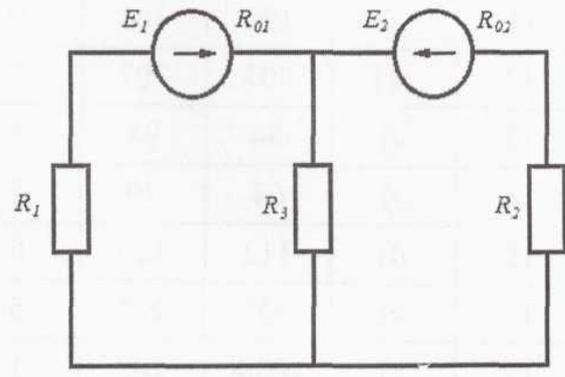
в)



г)



д)



е)

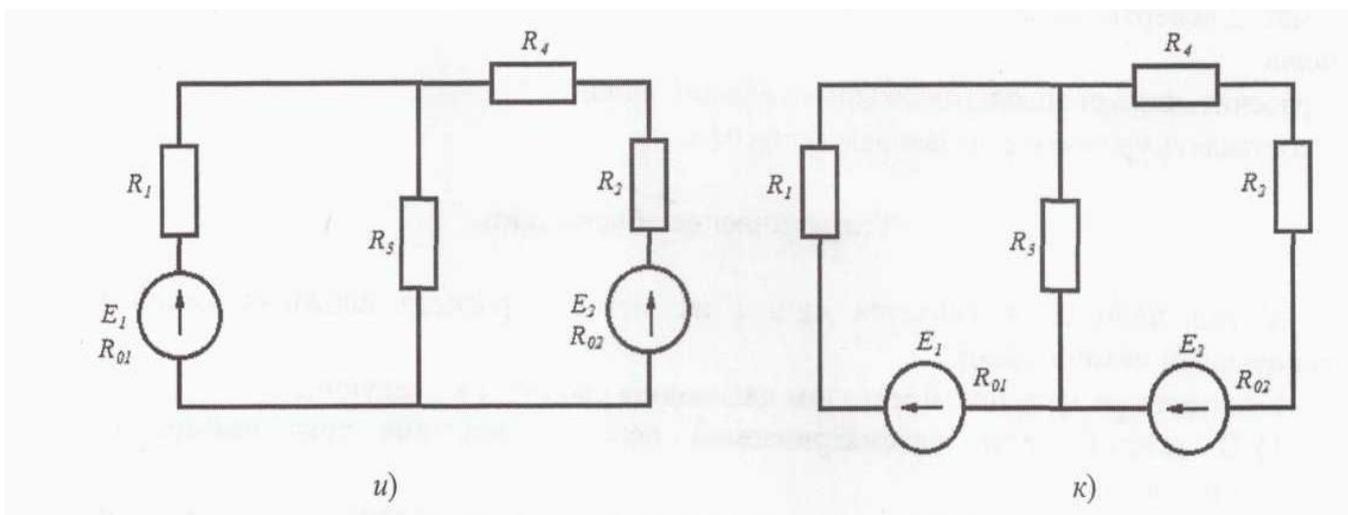
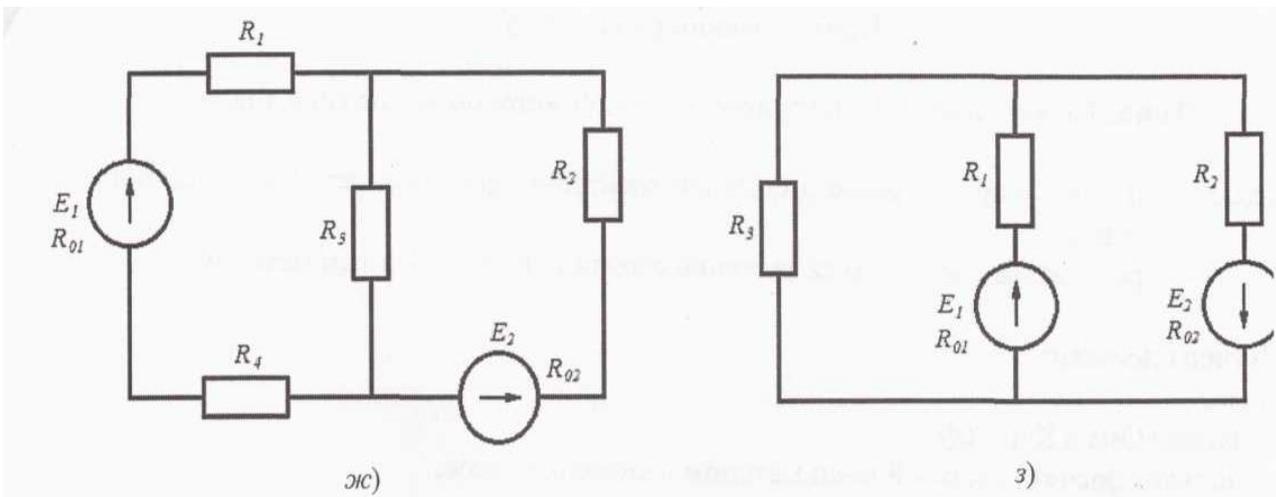


Рисунок 3.1- Схемы электрических цепей по вариантам

### Контрольные вопросы

1. Какая электрическая цепь называется сложной?
2. Сформулируйте первый закон Кирхгофа.
3. Сформулируйте второй закон Кирхгофа.
4. Изложите порядок расчета токов в ветвях электрической цепи методом уравнений Кирхгофа.
5. Сколько уравнений по первому и второму закону Кирхгофа требуется составить для расчета сложной электрической цепи методом уравнений Кирхгофа.

### Содержание отчета

1. Номер, тема, цель работы.
2. Данные для своего варианта, согласно таблице 3.1.
3. Схема электрической цепи, согласно варианта.
4. Расчет токов в ветвях с пояснениями.